

Practitioner's Docket No.: 008312-0306632  
Client Reference No.: T7KK-03S0449-1

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: TAKESHI IWASAKI, Confirmation No: UNKNOWN  
et al.

Application No.: UNKNOWN

Group No.: UNKNOWN

Filed: November 6, 2003

Examiner: UNKNOWN

For: PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM, MANUFACTURING  
METHOD THEREOF, AND MAGNETIC RECORDING-REPRODUCING  
APPARATUS


**Commissioner for Patents**  
**P.O. Box 1450**  
**Alexandria, VA 22313-1450**

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is  
claimed for this case:

<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
Japan	2002-345994	11/28/2002

Date: November 6, 2003  
PILLSBURY WINTHROP LLP  
P.O. Box 10500  
McLean, VA 22102  
Telephone: (703) 905-2000  
Facsimile: (703) 905-2500  
Customer Number: 00909

  
\_\_\_\_\_  
Glenn J. Perry  
Registration No. 28458

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-345994

[ST.10/C]:

[JP2002-345994]

出 願 人

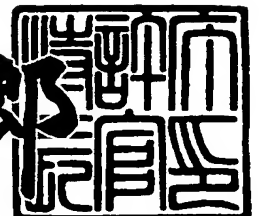
Applicant(s):

株式会社東芝  
昭和電工株式会社

2003年 4月 4日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3023472

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000205567

【提出日】 平成14年11月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/66

【発明の名称】 垂直磁気記録媒体、その製造方法、及び磁気記録再生装置

【請求項の数】 20

【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅事業所内

【氏名】 岩崎 剛之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅事業所内

【氏名】 彦坂 和志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅事業所内

【氏名】 及川 壮一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅事業所内

【氏名】 中村 太

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電工エイチ・ディー株式会社内

【氏名】 酒井 浩志

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エイチ・デ  
ィー株式会社内

【氏名】 清水 謙治

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エイチ・デ  
ィー株式会社内

【氏名】 坂脇 彰

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【特許出願人】

【識別番号】 000002004

【氏名又は名称】 昭和電工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705037

【包括委任状番号】 0012634

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 垂直磁気記録媒体、その製造方法、及び磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非磁性基板上に、コバルトと、プラチナと、モリブデン及びタングステンのうち少なくとも 1 つの添加成分とを含有する磁性層形成材料を使用し、280℃ないし 450℃の成膜温度で成膜を行い、結晶粒界に隔てられた複数の磁性結晶粒子を含む構造を有し、該添加成分が該結晶粒界中に偏析された垂直磁性層を形成する工程を含むことを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 2】 前記成膜温度は、300℃ないし 400℃であることを特徴とする請求項 1 に記載の垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 3】 前記垂直磁性層形成工程の前に、少なくとも一層の六方最密充填構造を有する下地層を形成する工程をさらに有することを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれか 1 項に記載の垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 4】 前記下地層形成工程は、ニッケル、ニオブ、タンタル、アルミニウム、タングステン、コバルト、炭素及びチタンからなる群から選択される少なくとも 1 種を含む第 2 の下地膜を形成する工程と、該第 2 の下地膜上に、チタン、ルテニウム、クロム、ハフニウム、コバルト、白金、ホウ素、銅、タンタル、モリブデン及びタングステンからなる群から選択される少なくとも 1 種を含む第 1 の下地膜を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 3 に記載の垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 5】 前記下地層形成工程の前に、軟磁性裏打ち層を形成する工程をさらに含む請求項 3 または 4 のいずれか 1 項に記載の垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 6】 前記垂直磁性膜形成工程と前記下地層形成工程の間に、コバルト-クロム系垂直磁性層を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 7】 非磁性基板、及び  
該非磁性基板上に形成され、コバルトと、プラチナと、モリブデン及びタング

ステンのうち少なくとも1つの添加成分とを含有し、280℃ないし450℃の成膜温度で形成され、結晶粒界に隔てられた複数の磁性結晶粒子を含む構造を有し、該添加成分が該結晶粒界中に偏析された垂直磁性層を具備することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項8】 前記垂直磁気記録層にクロムを含み、その含有量が5at%ないし20at%であることを特徴とする請求項7に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項9】 前記モリブデンの含有量は5at%ないし20at%であることを特徴とする請求項7または8に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項10】 前記タングステンの含有量は5at%ないし15at%であることを特徴とする請求項7ないし9のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項11】 前記成膜温度は、300℃ないし400℃である請求項7ないし10のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項12】 前記非磁性基板と前記垂直磁性層との間に、少なくとも一層の六方最密充填構造を有する下地層がさらに設けられていることを特徴とする請求項7ないし11のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項13】 前記下地層は、コバルト、クロム、プラチナのうち少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項12に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項14】 前記下地層は、ホウ素、タンタル、ルテニウム及び酸素のうち少なくとも1つをさらに含むことを特徴とする請求項13に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項15】 前記下地層は、チタン、ルテニウム、クロム、ハフニウム、コバルト、白金、ホウ素、銅、タンタル、モリブデン及びタングステンからなる群から選択される少なくとも1種を含む第1の下地膜と、該第1の下地膜の非磁性基板側に形成され、ニッケル、ニオブ、タンタル、アルミニウム、タングステン、コバルト、炭素及びチタンからなる群から選択される少なくとも1種を含む第2の下地膜とを有することを特徴とする請求項12に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項16】 前記第2の下地膜は、NiNb、NiTa、NiAl、N

i W、N i T a W、及びN i T a Cからなる群から選択される少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項15に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項17】 前記下地層と垂直磁性膜の間に、少なくとも一層のコバルトクロム系垂直磁性層をさらに含むことを特徴とする請求項7ないし16のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項18】 前記下地層と前記非磁性基板との間に、軟磁性裏打ち層をさらに含む請求項7ないし17のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項19】 請求項7ないし18のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体と、該垂直磁気記録媒体を支持および回転駆動する機構と、該垂直磁気記録媒体に対して情報の記録を行うための素子及び記録された情報の再生を行うための素子を有する磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを該垂直磁気記録媒体に対して移動自在に支持したキャリッジアッセンブリとを具備することを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項20】 前記磁気ヘッドは、単磁極ヘッドである請求項19に記載の磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハードディスク装置として使用される磁気記録再生装置、特に、垂直方向磁化を利用する磁気記録再生装置、これに用いられる垂直磁気記録媒体及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

垂直磁気記録媒体に使用される代表的な磁性層の1つとして例えばC o C r系磁性層があげられる。C o C r系磁性層は、Coに例えば20at%より多いC rを添加して、C o系磁性結晶粒子の周りに非磁性のC rを偏析させることによって、磁性結晶粒子間の磁氣的相互作用を分断し、高密度の磁気記録を実現している。近年、垂直磁気記録媒体には、記録密度のさらなる向上が要求されている。しかしながら、媒体S N比（S N R m）を向上させるために垂直磁性層の磁性結晶



粒子を小さくすると、熱揺らぎが発生しやすくなり、記録した情報が消える傾向があることが問題となっていた。

【0003】

このようなことから、C o 系垂直磁性層に、様々な元素を添加することで熱揺らぎ耐性を保ちつつ、記録再生特性を改善させる検討がされてきた。

【0004】

例えばC o を主成分とし、これにC r、F e、M o、V、T a、P t、S i、B、I r、W、H f、N b、R u、N i および希土類元素の中から選ばれる少なくとも1種類の元素を添加することが提案されている（例えば特許文献1参照）。

【0005】

しかしながら、S N R m 向上と熱揺らぎ防止とを両立することは困難であった。

【0006】

また、面内磁性層として、下地層にC r を使用し、その上に、C o C r に、T a、M o、及びWを添加した磁性層を形成した媒体が開示されている（例えば特許文献2参照）。

【0007】

しかしながら、この面内磁性層を垂直磁気記録媒体に適用しても、M o やWが結晶配向性を乱し、垂直磁気異方性が著しく悪化することから、S N R m も熱揺らぎ防止特性も改善されなかった。このように、面内磁気記録媒体と垂直磁気記録媒体では、下地層から磁性層の組成、磁気異方性の方向、磁気ヘッドの違いによる軟磁性裏打ち膜の有無など、多くの点で異なっている。よって、面内磁気記録媒体に使用される磁性層を単純に垂直磁気記録媒体に応用しても、良好な効果を得ることはできない。

【0008】

【特許文献1】

特開平11-185236号

【0009】

【特許文献2】

特開昭 6 3 - 1 4 8 4 1 1 号

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の第 1 の目的は、高い S N R m 及び優れた熱ゆらぎ耐性を有する垂直記録媒体の製造方法を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

本発明の第 2 の目的は、高い S N R m 及び優れた熱ゆらぎ耐性を有する垂直記録媒体を提供することにある。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 3 の目的は、熱揺らぎの発生が抑制され、かつ高い S N R m で磁気記録再生が可能な磁気記録再生装置を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明の垂直磁気記録媒体の製造方法は、非磁性基板上に、コバルトと、プラチナと、モリブデン及びタングステンのうち少なくとも 1 つの添加成分とを含有する磁性層形成材料を使用し、280℃ないし450℃の成膜温度で成膜を行い、結晶粒界に隔てられた複数の磁性結晶粒子を含む構造を有し、該添加成分が該結晶粒界中に偏析された垂直磁性層を形成する工程を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

本発明の垂直磁気記録媒体は、非磁性基板、及び

該非磁性基板上に形成され、Coと、Ptと、Mo及びWのうち少なくとも 1 つの添加成分とを含有し、280℃ないし450℃の成膜温度で形成され、結晶粒界に隔てられた複数の磁性結晶粒子を含む構造を有し、該添加成分が該結晶粒界中に偏析された垂直磁性層を具備することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明の磁気記録再生装置は、上述の垂直磁気記録媒体と、該垂直磁気記録媒体を支持および回転駆動する機構と、該垂直磁気記録媒体に対して情報の記録を行うための素子及び記録された情報の再生を行うための素子を有する磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを該垂直磁気記録媒体に対して移動自在に支持したキャリッジ

アッセンブリとを具備することを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】

本発明の垂直磁気記録媒体の製造方法は、非磁性基板上に垂直磁性層を形成する工程を含み、この垂直磁性層形成工程では、C o と、P t と、M o 及びWのうち少なくとも1つの添加成分とを含有する磁性層形成材料を使用し、280℃ないし450℃の成膜温度で成膜を行い、結晶粒界に隔てられた複数の磁性結晶粒子を含む構造を有し、該添加成分が該結晶粒界中に偏析された垂直磁性層を形成する。

【0017】

また、本発明の垂直磁気記録媒体は、上記方法を用いて製造されるもので、非磁性基板及び非磁性基板上に形成された垂直磁性層を含む垂直磁気記録媒体であって、

垂直磁性層は、C o、及びP t と、さらなる添加成分として少なくともM o 及びWのいずれかとを含み、280℃ないし450℃の成膜温度で形成され、結晶粒界に隔てられた複数の磁性結晶粒子を含む構造を有し、この結晶粒界中に、この添加成分が偏析されている。

【0018】

本発明によれば、M o 及びWが結晶粒界に十分拡散して偏析し、磁性結晶粒子間の磁気的分断の効果を高め、高いS N R m 及び優れた熱ゆらぎ耐性が得られる。

【0019】

本発明に用いられる垂直磁性層には、さらにC r を添加することができる。

【0020】

M o、W及びC r のうち、磁性結晶粒子間の磁気的分断の効果は、Wが最も高く、次いでM o、C r の順に低くなる。これは、Wの格子定数が最も大きく、次いでM o、C r の順に低くなること、及びC o - C r は磁性結晶粒子内でも偏析した結晶粒界でも同じ六方最密充填構造をとるのに対し、C o - M o やC o - W は偏析後の結晶粒界で磁性結晶粒子内と異なる構造例えばC s C l 型構造等を示

すことによる。

【0021】

しかし、Mo及びWは、拡散速度（偏析速度）がCrに比べて遅く、この速度は、Mo及びWの順で低くなる。よって、Mo及びWは結晶粒界への拡散が起こりにくい。これは、Moの融点は約2700℃、及びWの融点は約3500℃であって、Crの融点約1700℃に比べて、高いためである。さらに、Mo及びWは、Co系磁性結晶粒子内に残った場合、Coに比べ格子定数が大きいために、その結晶配向性や磁気異方性を大きく乱す傾向がある。

【0022】

このように、MoとWは、高い磁気的分断が期待されているにも関わらず、実用的には弊害を生ずる場合が多い。

【0023】

なお、Ptを用いると、垂直磁性層の結晶格子間隔を広げて、MoやWが引き起こす結晶配向性の乱れを軽減し、それらの偏析を良好にする傾向がある。

【0024】

このようなことから、本発明らは、MoやWをより結晶粒界に偏析させるべく、記録層にPtを添加し、高耐熱性を有する基板を用いて充分高温まで、成膜温度を変化させて垂直磁性層の形成を行うことを試みた。

【0025】

図1に、Co-16at%Pt-14at%Cr-xat%Mo垂直磁性層に関する成膜温度とSNRmとの関係を表すグラフ図を示す。

【0026】

曲線101はxが0のとき、曲線102はxが5のとき、曲線103はxが10のときを各々示す。

【0027】

曲線101に示すように、CoPt系磁性材料にCrを偏析成分として添加した場合には、比較的偏析速度が早いので約250℃付近で最適なSNRmが得られる。これに対し、曲線102及び曲線103に示すように、Cr及びMoを含む垂直磁性層を有する垂直磁気記録媒体では、Crに起因する250℃付近の極

値の他に、Moに起因する約350℃付近の極値が現れる。これは、MoがCrより偏析速度が遅く、また高い融点を持つことが原因であると考えられる。曲線102及び曲線103から、Co、Pt、Cr、及びMoを含有し、Wを含まない垂直磁性層を使用した場合には、280℃ないし450℃、好ましくは290℃ないし420℃でより良好、さらに好ましくは320℃ないし380℃で良好なSNRm値が得られることがわかる。また、低域出力50kFCIでの減衰値を測定したところ、290℃ないし420℃の範囲で作成された媒体については、-0.10~-0.15dB/decadeであり、良好な熱ゆらぎ耐性を維持していることが分かった。

## 【0028】

また、図2に、Co-16at%Pt-14at%Cr-yat%W垂直磁性層に関する成膜温度とSNRmとの関係を表すグラフ図を示す。

## 【0029】

曲線201はyが0のとき、曲線202はyが5のとき、曲線203はyが10のときを各々示す。

## 【0030】

曲線201に示すように、CoPt系磁性材料にCrを偏析成分として添加した場合には、比較的偏析速度が早いので約250℃付近で最適なSNRmが得られる。これに対し、曲線202及び曲線203に示すように、Cr及びWを含む垂直磁性層を有する垂直磁気記録媒体では、図1と同様に、Crに起因する250℃付近の極値の他に、Wに起因する約375℃の極値も現れる。曲線202及び曲線203から、Co、Pt、Cr、及びWを含有し、Moを含まない垂直磁性層を使用した場合には、280℃ないし450℃、好ましくは300℃ないし425℃、さらに好ましくは320℃ないし410℃で良好なSNRm値が得られることがわかる。また、低域出力50kFCIでの減衰値を測定したところ、300℃ないし425℃の範囲で作成された媒体については、-0.11~-0.16dB/decadeであり、良好な熱ゆらぎ耐性を維持していることが分かった。

## 【0031】

また、図3に、 $\text{Co}-16\text{at}\%\text{Pt}-14\text{at}\%\text{Cr}-x\text{at}\%\text{Mo}-y\text{at}\%\text{W}$ 垂直磁性層に関する成膜温度とSNRmとの関係を表すグラフ図を示す。

## 【0032】

曲線301はx及びyが0のとき、曲線302はx及びyが5のとき、曲線303はx及びyが10のときを各々示す。

## 【0033】

曲線301に示すように、CoPt系磁性材料にCrを偏析成分として添加した場合には、比較的偏析速度が早いので約250℃付近で最適なSNRmが得られる。これに対し、曲線302及び曲線303に示すように、図1と同様に、Co、Pt、Cr、Mo、及びWを含む垂直磁性層を有する垂直磁気記録媒体では、Crに起因する250℃付近の極値の他に、Wに起因する約350℃に極値が現れ、280℃ないし480℃、好ましくは300ないし460℃、さらに好ましくは320ないし420℃で良好なSNRm値が得られることがわかる。また、低域出力50kFCIでの減衰値を測定したところ、300ないし460℃の範囲で作成された媒体については、 $-0.09 \sim -0.16 \text{ dB/decade}$ であり、良好な熱ゆらぎ耐性を維持していることが分かった。

## 【0034】

図1ないし図3に共通して良好なSNRm値が得られる成膜温度範囲から、Co、Pt、及びCrと、さらなる添加成分として少なくともMo及びWのいずれかを含む垂直磁性層を含む垂直磁気記録媒体の成膜温度は、280℃ないし450℃、好ましくは300ないし400℃、さらに好ましくは320ないし380℃である。

## 【0035】

本願発明によれば、上述のような高い成膜温度で垂直磁性層を形成することにより、Mo及びWが結晶粒界に十分拡散して偏析し、磁性結晶粒子間の磁気的分断の効果を高め、高いSNRm及び優れた熱ゆらぎ耐性が得られる。

## 【0036】

また、発明者らは、結晶配向性の乱れを低減し、六方最密充填構造を有する磁

性結晶粒子を得るべくMo及びWの好適な添加量を調べた。

#### 【0037】

図4に、CoPtCrMo系垂直磁性層に関するCr含有量とSNR<sub>m</sub>との関係を表すグラフ図を示す。

#### 【0038】

曲線401は、CoPtCrMo系垂直磁性層のPt含有量を16at%、Mo含有量を5at%とし、Crを変化させて、残部をCoとした場合、曲線402は、Pt含有量を16at%、Mo含有量を10at%とし、Crを変化させて、残部をCoとした場合、及び曲線403は、Pt含有量を16at%、Mo含有量を15at%とし、Crを変化させて、残部をCoとした場合を各々示す。

#### 【0039】

曲線401、402、及び403に示すように、Cr含有量が好ましくは5at%ないし20at%であるとき、良好なSNR<sub>m</sub>値が得られることがわかる。また、低域出力50kFCIでの減衰値を測定したところ、5ないし20at%の範囲で作成された媒体については、-0.12~-0.15dB/decadeであり、良好な熱ゆらぎ耐性を維持していることが分かった。

#### 【0040】

図5に、CoPtCrMo系垂直磁性層に関するMo含有量とSNR<sub>m</sub>との関係を表すグラフ図を示す。

#### 【0041】

曲線501は、CoPtCrMo系垂直磁性層のPt含有量を16at%、Cr含有量を5at%とし、Moを変化させて、残部をCoとした場合、曲線502は、Pt含有量を16at%、Cr含有量を10at%とし、Moを変化させて、残部をCoとした場合、及び曲線503は、Pt含有量を16at%、Cr含有量を15at%とし、Moを変化させて、残部をCoとした場合を各々示す。

#### 【0042】

曲線501、502、及び503に示すように、Mo含有量が好ましくは5at%ないし20at%であるとき、良好なSNR<sub>m</sub>値が得られることがわかる。また、低域出力50kFCIでの減衰値を測定したところ、5ないし20at%の

範囲で作成された媒体については、 $-0.12 \sim -0.14 \text{ dB/decade}$ であり、良好な熱ゆらぎ耐性を維持していることが分かった。

## 【0043】

図6に、CoPtCrMoW系垂直磁性層に関するMo含有量とSNRmとの関係を表すグラフ図を示す。

## 【0044】

曲線601は、CoPtCrMoW系垂直磁性層のPt含有量を16at%、Cr含有量を14at%とし、Moを5at%とし、Wを変化させて、残部をCoとした場合を示す。

## 【0045】

曲線601に示すように、W含有量が5at%ないし15at%であるとき、良好なSNRm値が得られることがわかる。また、低域出力50kFCIでの減衰値を測定したところ、5ないし15at%の範囲で作成された媒体については、 $-0.13 \sim -0.16 \text{ dB/decade}$ であり、良好な熱ゆらぎ耐性を維持していることが分かった。

## 【0046】

また、本発明に用いられる垂直磁性層中のPt含有量は、5at%ないし25at%、Coの含有量は、50at%ないし80at%が好ましい。これらの組成量は垂直磁性膜中のCo系磁性結晶粒子が六方最密充填(HCP)構造を持つ範囲を表す。

## 【0047】

本発明に用いられる成膜温度で垂直磁性層を形成するためには、従来の低い耐熱温度例えば250℃程度を持つアルミノケイ酸ガラス、化学強化ガラスおよびNiPメッキAlMg基板を用いることは出来ない。本発明には、より高い耐熱温度を有する非磁性基板例えば結晶化ガラス基板、Si基板、C基板、及びTi基板等を好適に使用することができる。

## 【0048】

図7に、本発明の垂直磁気記録媒体の一例の構成を表す断面図を示す。

## 【0049】



図示するように、この垂直磁気記録媒体 10 は、非磁性基板 1 と垂直磁性層 2 を有する。

## 【0050】

図 8 は、本発明の垂直磁気記録媒体の他の一例の構成を表す断面図を示す。

## 【0051】

図示するように、この垂直磁気記録媒体 20 は、非磁性基板 1 と垂直磁性層 2 の間に下地層 3 をさらに設けること以外は、図 7 に示す垂直磁気記録媒体と同様の構成を有する。

## 【0052】

このような下地層の材料として、Ti、Ru、Cr、Hf、Co、Pt、B、Cu、Ta、Mo 及び W からなる群から選択される少なくとも 1 種、好ましくは Ti、Ru、RuCr、Hf、CoCrPt、CoCrPtB、CoCrPtRu、CoCrPtCu、CoCrPtTa、CoCrPtMo 及び CoCrPtW があげられる。さらに好ましい下地層は、Co、Cr、及び Pt のうち少なくとも 1 つを含む。さらにまた好ましくは、Co、Cr、及び Pt のうち少なくとも 1 つと、B、Ta、Ru 及び O のうち少なくとも 1 つとを含む。

## 【0053】

本発明では、Mo や W を添加することで、垂直磁性膜の配向が乱れやすくなるため、垂直磁性膜の下に少なくとも一層の HCP 構造を持つ非磁性の下地膜を形成することが望ましい。

## 【0054】

図 9 は、本発明の垂直磁気記録媒体のさらに他の一例の構成を表す断面図を示す。

## 【0055】

図示するように、この垂直磁気記録媒体 30 は、下地層 4 が第 1 の下地膜 5 及び第 2 の下地膜 6 からなる二層構造をもつこと以外は、図 7 に示す垂直磁気記録媒体と同様の構成を有する。

## 【0056】

図示するように、第 1 の下地膜 5 には、図 8 の下地層 3 の材料と同様の材料を

適用し得る。その非磁性基板側にさらに他の下地膜として第2の下地膜6を含み得る。

## 【0057】

この第2の下地膜の材料としては、Ni、Nb、Ta、Al、W、Co、C及びTiからなる群から選択される少なくとも1種、好ましくはNiNb、NiTa、NiAl、NiW、NiTaW、CoNb、CoW、CoTa、NiTaC、CoTaW、CoTaC、CoTaW、及びTiを使用することができる。

## 【0058】

さらに好ましくは、NiNb、NiTa、NiAl、NiW、NiTaW、及びNiTaC等のNi化合物を使用することが出来る。このようなNi化合物を用いると、薄い膜厚で高い配向制御性を得られることと、該下地膜上に形成した膜の粒子が、適度な粒径を持つという利点がある。

## 【0059】

図10は、本発明の垂直磁気記録媒体のさらにまた他の一例の構成を表す断面図を示す。

## 【0060】

図示するように、この垂直磁気記録媒体40は、下地層4と非磁性基板1との間に軟磁性裏打ち層7をさらに設けること以外は、図9に示す垂直磁気記録媒体と同様の構成を有する。

## 【0061】

また、軟磁性裏打ち層7と非磁性基板1との間には、図示しない硬磁性層を設けることが出来る。垂直磁気記録媒体の作成工程において、例えば非磁性基板上に、CoCrPt、CoZrNbを順に作成後、硬磁性層に対し、半径方向の一方方向に磁界を印加することにより、軟磁性層にバイアス磁界をかけて磁壁の発生を防ぐことができる。

## 【0062】

さらに、硬磁性層と非磁性基板1との間、例えばCr、VおよびNiAl等の下地層を設けることができる。

## 【0063】

軟磁性裏打ち層の材料としては、例えばCoZrNb、FeTaC、FeZrN、FeSi合金、FeAl合金、パーマロイなどのFeNi合金、パーメンジュールなどのFeCo系合金、パーミンバーなどのFeCoNi合金、NiCo合金、センダスト、MnZn系フェライト、NiZn系フェライト、MgZn系フェライト、MgMn系フェライト、FeAlGa、FeCuNbSiB、FeGaGe、FeGeSi、FeNiPb、FeRuGaSi、FeSiB、FeSiC、FeZrB、FeZrBCu、CoFeSiB、CoTi、及びCoZrTa等の高透磁率を有する軟磁性材料があげられる。

## 【0064】

高透磁率な軟磁性層を設けることにより、軟磁性層上に垂直磁性膜を有するいわゆる垂直二層媒体が構成される。この垂直二層媒体において、軟磁性層は、垂直磁性膜を磁化するための磁気ヘッドからの記録磁界を、水平方向に通して、磁気ヘッド側へ還流させるという磁気ヘッドの機能の一部を担っており、記録再生効率を向上させる役目を果たし得る。

## 【0065】

また、硬磁性層としては、例えばCoSm、CoPt、CoCrPt、CoCrPtBおよびCoCrPtCu等があげられる。

## 【0066】

図11は、本発明の垂直磁気記録媒体のさらに他の例の構成を表す断面図を示す。

## 【0067】

図示するように、この垂直磁気記録媒体50は、下地層3と垂直磁磁性層2との間に他の垂直磁性層8をさらに設けること以外は、図7に示す垂直磁気記録媒体と同様の構成を有する。

## 【0068】

他の垂直磁性膜としては、例えばCoPt、CoCr、CoCrPt、CoCrO、CoPtO、CoPtCrO、CoCrPtB、CoCrPtTa、CoCrPtW、CoCrPtMo、CoCrPtCu、CoCrPtRu、CoCrPtWC、CoCrPtRuC、CoCrPtCuB、CoCrPtWB、C

oCrPtTaCu、CoCrPtTaW、CoPt-SiO<sub>2</sub>、及びCoPtSiOを使用することができる。

【0069】

なお、上記図7ないし図11に示される垂直磁気記録媒体に使用されている各層は、互いに適宜組み合わせることが可能である。

【0070】

本発明に使用される垂直磁性層表面上には、例えばC等の保護層を設けることができる。

【0071】

さらに、本発明に使用される垂直磁性層表面あるいは保護層表面には、例えばディップ法等を用いて、パーフルオロポリエーテル等を塗布することにより、潤滑層を形成することができる。

【0072】

図12に、本発明にかかる磁気記録再生装置の一例を一部分解した斜視図を示す。

【0073】

本発明に係る情報を記録するための剛構成の磁気ディスク121はスピンドル122に装着されており、図示しないスピンドルモータによって一定回転数で回転駆動される。磁気ディスク121にアクセスして情報の記録を行う例えば単磁極型記録ヘッド及び情報の再生を行うためのMRヘッドを搭載したスライダ123は、薄板状の板ばねからなるサスペンション124の先端に取付けられている。サスペンション124は図示しない駆動コイルを保持するボビン部等を有するアーム125の一端側に接続されている。

【0074】

アーム125の他端側には、リニアモータの一種であるボイスコイルモータ126が設けられている。ボイスコイルモータ126は、アーム125のボビン部に巻き上げられた図示しない駆動コイルと、それを挟み込むように対向して配置された永久磁石および対向ヨークにより構成される磁気回路とから構成されている。

## 【0075】

アーム125は、固定軸127の上下2カ所に設けられた図示しないボールベアリングによって保持され、ボイスコイルモータ126によって回転揺動駆動される。すなわち、磁気ディスク121上におけるスライダ123の位置は、ボイスコイルモータ126によって制御される。なお、図12中、128は蓋体を示している。

## 【0076】

## 【実施例】

以下、実施例を示し、本発明を具体的に説明する。

## 【0077】

## 実施例1

2. 5インチ磁気ディスク用のSi基板からなる非磁性基板を用意した。

## 【0078】

$1 \times 10^{-5}$  Paの真空度を有する真空チャンバー内に非磁性Si基板を設置し、基板温度を350℃まで加熱して、ガス圧0.6 PaのAr雰囲気中でDCマグネトロンスパッタリングを行った。まず、非磁性基板をターゲットに対向するように配置し、DC500Wをターゲットに放電し、裏打ち非磁性膜として、Cr膜を厚さ40 nm形成した。

## 【0079】

その上に厚さ25 nmになるようにCoCrPt硬磁性層を製膜した。得られたCoCrPt硬磁性層上に、厚さ200 nmのCoZrNb裏打ち軟磁性層を形成した。

## 【0080】

その後、CoZrNb裏打ち軟磁性層上に、第2の下地膜として、Ni-30 at%Nbターゲットを用いて、DC300Wで放電し、厚さ5 nmになるように製膜してNiNb膜を形成した。

## 【0081】

次に、NiNb膜上に、第1の下地膜として、HCP構造を持つRuをDC500Wで放電させ、厚さ15 nmまで製膜して非磁性Ru膜を形成した。

## 【0082】

その後、Co-16at%Pt-14at%Cr-5at%Moのターゲットを用意し、非磁性Ru下地膜上に、CoPtCrMo垂直磁性膜を30nm製膜した。

## 【0083】

最後に、C保護層を7nmの厚さで製膜した。

## 【0084】

このように真空容器内で連続して製膜した基板を大気中に取り出した後、C保護層に、ディップ法によりパーフルオロポリエーテル(PFPE)系潤滑層を1.5nmの厚さに形成し、垂直磁気記録媒体を得た。

## 【0085】

図13に、得られた垂直磁気記録媒体60の構成を表す概略図を示す。図示するように、この垂直磁気記録媒体60は、非磁性基板1上に、Cr非磁性膜10、CoCrPt硬磁性層9、CoZrNb軟磁性層7、NiNb第2の下地膜6及びRu第1の下地膜5からなる下地層4、CoPtCrMo垂直磁性膜2、C保護層11、及び図示しない潤滑層を順次積層した構造を有する。

## 【0086】

まず、得られた垂直磁気記録媒体の垂直磁性層に対して、透過型分析電子顕微鏡を用いたエネルギー分散型X線分光装置(TEM-EDX)を用いて、局所的な元素濃度分布を調べたところ、Coを主成分としたCo系磁性結晶粒子と、各Co系磁性結晶粒子の周りにMoおよびCrを主成分とした結晶粒界が存在する構造を確認することができた。

## 【0087】

得られた垂直磁気記録媒体10について、電磁石を備えた着磁装置を用いて、円板上基板の半径方向外向きに1185kA/mの磁界を印加し、硬磁性層の面内半径方向への磁化を行った。着磁された垂直磁気記録媒体について、磁気抵抗効果を利用した、記録トラック幅0.3μm、再生トラック幅0.2μmの単磁極ヘッドを用いて記録再生特性の評価を行ったところ、SNRm(S:低域出力、N:400kFCIのノイズ)が23.0dBという良好な値であった。さら

に、熱揺らぎ指標である低域出力 5 0 k F C I での減衰値は、 $-0.12 \text{ dB} / \text{decade}$  という良好な値であった。

【0088】

#### 比較例 1

比較として、非磁性基板上に、C o P t C r M o 垂直磁性膜の代わりに、C o - 1 9 a t % C r - 1 6 a t % P t のターゲットを用い、C o C r P t 層を 3 0 n m の厚さで形成した以外は、実施例 1 と同様にして垂直磁気記録媒体を得た。

【0089】

得られた垂直磁気記録媒体について、T E M - E D X を用いて、局所的な元素濃度分布を調べたところ、C o を主成分とした C o 系磁性結晶粒子と、各 C o 系磁性結晶粒子の周りに C r を主成分とした結晶粒界が存在する構造であった。また、実施例 1 と同様にして、記録再生特性の評価を行ったところ、S N R m が 2 0 . 7 d B であった。また、低域出力 5 0 k F C I での減衰値は  $-0.20 \text{ dB} / \text{decade}$  であり、熱ゆらぎ耐性に劣ることがわかった。

【0090】

#### 実施例 2

第 1 の下地膜として、六方最密充填構造を持つ C o - 3 7 a t % C r - 8 a t % P t ターゲットを利用して、D C 5 0 0 W で放電させ、厚さ 2 0 n m まで製膜して非磁性 C o C r P t 膜を形成する以外は、実施例 1 と同様にして、垂直磁気記録媒体を得た。

【0091】

まず、得られた垂直磁気記録媒体の垂直磁性層に対して、実施例 1 と同様に、局所的な元素濃度分布を調べたところ、C o を主成分とした C o 系磁性結晶粒子と、各 C o 系磁性結晶粒子の周りに M o および C r を主成分とした結晶粒界が存在する構造を確認することができた。

【0092】

また、この垂直磁気記録媒体について、エックス線回折装置を用いて、C o ( 0 0 . 2 ) ピークに対して、ロックングカーブ測定を行った。そこから得られたピークの半値幅は  $7^\circ$  という良好な値を得た。これにより、C o の結晶配向性が

良いことがわかった。また、実施例 1 と同様にして記録再生特性の評価を行ったところ、 $SNR_m$ が 23.5 dB と良好な値であった。また、低域出力 50 k F C I での減衰値は、 $-0.11 \text{ dB/decade}$  であり、熱揺らぎ耐性が良好であることがわかった。

## 【0093】

## 比較例 2

非磁性基板上に、第 1 の下地膜として、面心立方 (F C C) 構造を持つ P t のターゲットを用い、P t 膜を 30 nm の厚さで形成した以外は、実施例 1 と同様にして従来の垂直磁気記録媒体を得た。

## 【0094】

まず、得られた垂直磁気記録媒体の垂直磁性層に対して、実施例 1 と同様に、局所的な元素濃度分布を調べたところ、C o を主成分とした C o 系磁性結晶粒子と、各 C o 系磁性結晶粒子の周りに C r を主成分とした結晶粒界からなる構造であるが、粒界がはっきりしない構造であった。

## 【0095】

得られた垂直磁気記録媒体について、実施例 2 と同様に、C o (00.2) ピークに対する同様のロッキングカーブ測定を行ったところ、得られたピークの半値幅は  $11^\circ$  であった。よって、実施例 2 の媒体に比べて、C o 系磁性結晶粒子の結晶配向性が悪化していることがわかった。さらに、記録再生特性の評価を行ったところ、 $SNR_m$ が 19.2 dB であった。また、低域出力 50 k F C I での減衰値は  $-0.25 \text{ dB/decade}$  となり耐熱揺らぎ性に劣っていた。

## 【0096】

## 実施例 3

第 1 の下地膜として、R u 膜の代わりに、C o - 37 at % C r - 8 at % P t - 3 at % T a ターゲットを利用し、D C 500 W で放電させ、厚さ 20 nm まで製膜して非磁性 C o C r P t T a 膜を形成する以外は、実施例 1 と同様にして、垂直磁気記録媒体を得た。

## 【0097】

まず、得られた垂直磁気記録媒体の垂直磁性層に対して、実施例 1 と同様に、



局所的な元素濃度分布を調べたところ、C o を主成分としたC o 系磁性結晶粒子と、各C o 系磁性結晶粒子の周りにM o およびC r を主成分とした結晶粒界が存在する構造を確認することができた。

## 【0098】

また、得られた垂直磁気記録媒体について、実施例2と同様にしてロッキングカーブ測定を行ったところ、ピークの半値幅は $5^{\circ}$ であった。また、記録再生特性の評価を行ったところ、S N R<sub>m</sub>が23.7 dBという良好な値であった。また、低域出力50 k F C Iでの減衰値は $-0.10 \text{ dB/decade}$ であった。

## 【0099】

また、T a の代わりにR u、B、及びOを各々添加して、第1の下地膜を形成し、同様にして垂直磁気記録媒体を作成したところ、C o 系磁性結晶粒子の結晶配向性及び熱揺らぎ耐性を低下させることなく、S N R<sub>m</sub>の改善効果が得られた。

## 【0100】

## 実施例4

第1の下地膜の形成後、C o - 19 a t % C r - 16 a t % P t のターゲットを用い、C o C r P t 磁性層を15 nmの厚さで形成し、その上に、実施例1と同様のC o P t C r M o 垂直磁性層を15 nm製膜する以外は、実施例1と同様にして垂直磁気記録媒体を得た。

## 【0101】

まず、得られた垂直磁気記録媒体の垂直磁性層に対して、T E M - E D Xを用いて、局所的な元素濃度分布を調べたところ、C o を主成分としたC o 系磁性結晶粒子と、各C o 系磁性結晶粒子の周りにM o およびC r を主成分とした結晶粒界が存在する構造を確認することができた。

## 【0102】

得られた垂直磁気記録媒体について、記録再生特性の評価を行ったところ、S N R<sub>m</sub> = 23.8 dBという良好な媒体を得ることができた。また、低域出力50 k F C Iでの減衰値は、 $-0.11 \text{ dB/decade}$ と良好であった。また

、エックス線回折装置を用いてCo (00, 2) ピークのロックングカーブ測定を行ったところ、得られたピークの半値幅は5°であった。

#### 【0103】

##### 実施例5

非磁性Cr層、CoCrPt硬磁性層およびCoZrNb軟磁性裏打ち層を製膜しないこと以外は、実施例1と同様にして、垂直磁気記録媒体を作製した。図14に、得られた垂直磁気記録媒体の構成を表す図を示す。図示するように、垂直磁気記録媒体70は、非磁性基板1上に、NiNb第2の下地膜6、及びRu第1の下地膜5からなる下地層4、CoPtCrMoの垂直磁性膜2、C保護層11、及び図示しない潤滑層を順次積層した構成を有する。

#### 【0104】

まず、得られた垂直磁気記録媒体の垂直磁性層に対して、TEM-EDXを用いて、局所的な元素濃度分布を調べたところ、Coを主成分としたCo系磁性結晶粒子と、各Co系磁性結晶粒子の周りにMoおよびCrを主成分とした結晶粒界が存在する構造を確認することができた。

#### 【0105】

また、実施例1と同様にして記録再生特性の評価を行ったところ、SNR<sub>m</sub>が22.1dBという良好な結果が得られた。また、低域出力50kFCIでの減衰値は、-0.14dB/decadeであり、良好な熱ゆらぎ耐性を維持していることがわかった。

#### 【0106】

##### 比較例3

比較として、CoPtCrMo垂直磁性膜の代わりに、Co-19at%Cr-16at%Ptのターゲットを用い、CoCrPt層を30nmの厚さで形成した以外は、実施例5と同様にして垂直磁気記録媒体を得た。

#### 【0107】

得られた垂直磁気記録媒体について、実施例1と同様にして局所的な元素濃度分布を調べたところ、Coを主成分としたCo系磁性結晶粒子と、各Co系磁性結晶粒子の周りにCrを主成分とした結晶粒界が存在する構造であった。

## 【0108】

また、実施例1と同様にして、記録再生特性の評価を行ったところ、 $SNR_m$ が17.5dBという多少劣る値であった。また、低域出力50kFCIでの減衰値は、 $-0.22\text{ dB/decade}$ であり、熱ゆらぎ耐性も劣っていた。

## 【0109】

## 実施例6

垂直磁性層として、 $\text{Co-16at\%Pt-15at\%Mo}$ ターゲットを利用して、DC500Wで放電させ、厚さ30nmまで製膜して垂直磁性膜を形成する以外は、実施例1と同様にして、垂直磁気記録媒体を得た。

## 【0110】

まず、得られた垂直磁気記録媒体の垂直磁性層に対して、実施例1と同様に、局所的な元素濃度分布を調べたところ、Coを主成分としたCo系磁性結晶粒子と、各Co系磁性結晶粒子の周りにMoを主成分とした結晶粒界が存在する構造を確認することができた。

## 【0111】

また、この垂直磁気記録媒体について、エックス線回折装置を用いて、Co(00.2)ピークに対して、ロッキングカーブ測定を行った。そこから得られたピークの半値幅は $9^\circ$ という良好な値を得た。これにより、Coの結晶配向性が良いことがわかった。また、実施例1と同様にして記録再生特性の評価を行ったところ、 $SNR_m$ が23.6dBと良好な値であった。また、低域出力50kFCIでの減衰値は、 $-0.12\text{ dB/decade}$ であり、熱揺らぎ耐性が良好であることがわかった。

## 【0112】

## 【発明の効果】

本発明によれば、熱ゆらぎの発生を抑制し、高い $SNR_m$ で、優れた垂直磁気記録が可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】  $\text{CoPtCrMo}$ 垂直磁性層に関する成膜温度と $SNR_m$ との関係を表すグラフ図

【図 2】 C o P t C r W 垂直磁性層に関する成膜温度と S N R m との関係を表すグラフ図

【図 3】 C o P t C r M o W 垂直磁性層に関する成膜温度と S N R m との関係を表すグラフ図

【図 4】 C o P t C r M o 系垂直磁性層に関する C r 含有量と S N R m との関係を表すグラフ図

【図 5】 C o P t C r M o 系垂直磁性層に関する M o 含有量と S N R m との関係を表すグラフ図

【図 6】 C o P t C r M o W 系垂直磁性層に関する M o 含有量と S N R m との関係を表すグラフ図

【図 7】 本発明にかかる垂直磁気記録媒体の一例の構成を表す断面図

【図 8】 本発明にかかる垂直磁気記録媒体の一例の構成を表す断面図

【図 9】 本発明にかかる垂直磁気記録媒体の一例の構成を表す断面図

【図 1 0】 本発明にかかる垂直磁気記録媒体の一例の構成を表す断面図

【図 1 1】 本発明にかかる垂直磁気記録媒体の一例の構成を表す断面図

【図 1 2】 本発明にかかる磁気記録再生装置の一例を一部分解した斜視図

【図 1 3】 本発明にかかる垂直磁気記録媒体の一例の構成を表す断面図

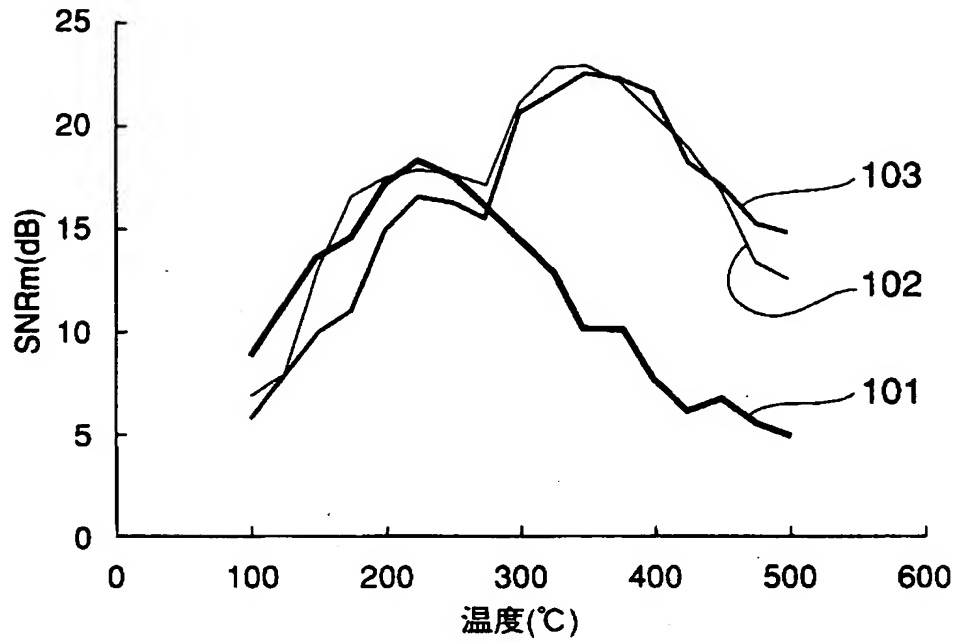
【図 1 4】 本発明にかかる垂直磁気記録媒体の一例の構成を表す断面図

【符号の説明】

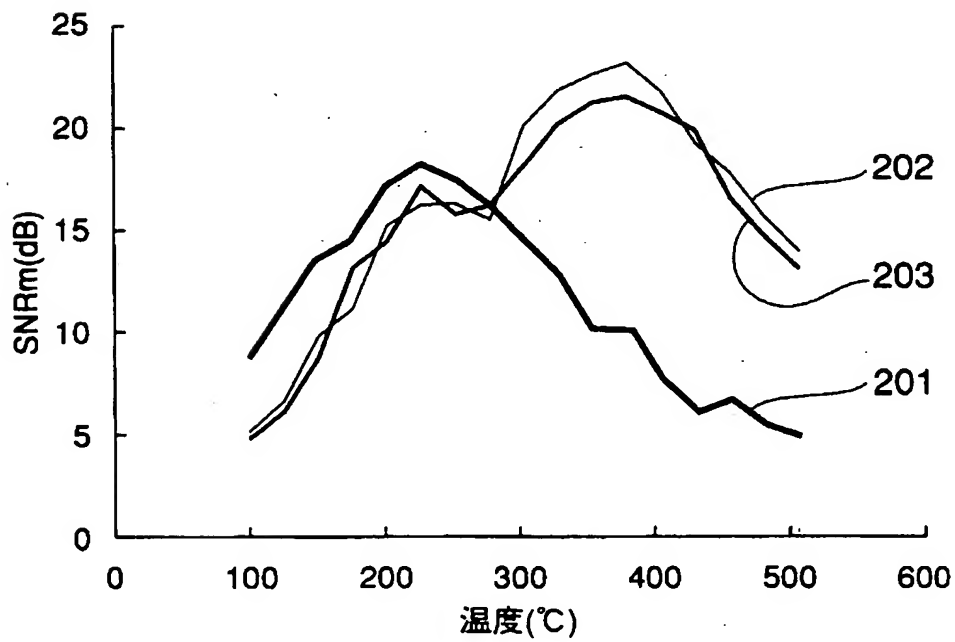
1 … 非磁性基板、2, 8 … 垂直磁性膜、3, 4 … 下地層、5 … 第 1 の下地膜、6 … 第 2 の下地膜、7 … 軟磁性層、9 … 硬磁性層、1 0, 2 0, 3 0, 4 0, 5 0, 6 0, 7 0 … 垂直磁気記録媒体、1 1 … 保護層、1 2 … 下地層、5 0 … 着磁装置、5 1, 5 2 … コイル、1 2 3 … スライダー、1 2 4 … サスペンション、1 2 5 … アーム、1 2 6 … ボイスコイルモータ、1 2 7 … 固定軸、1 2 8 … 蓋体

【書類名】 図面

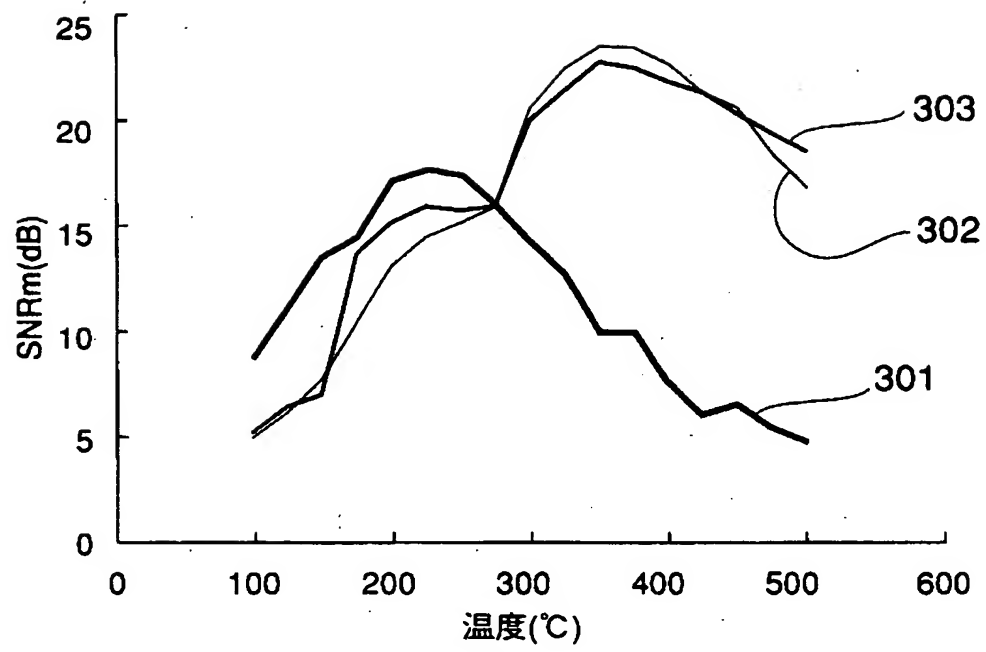
【図 1】



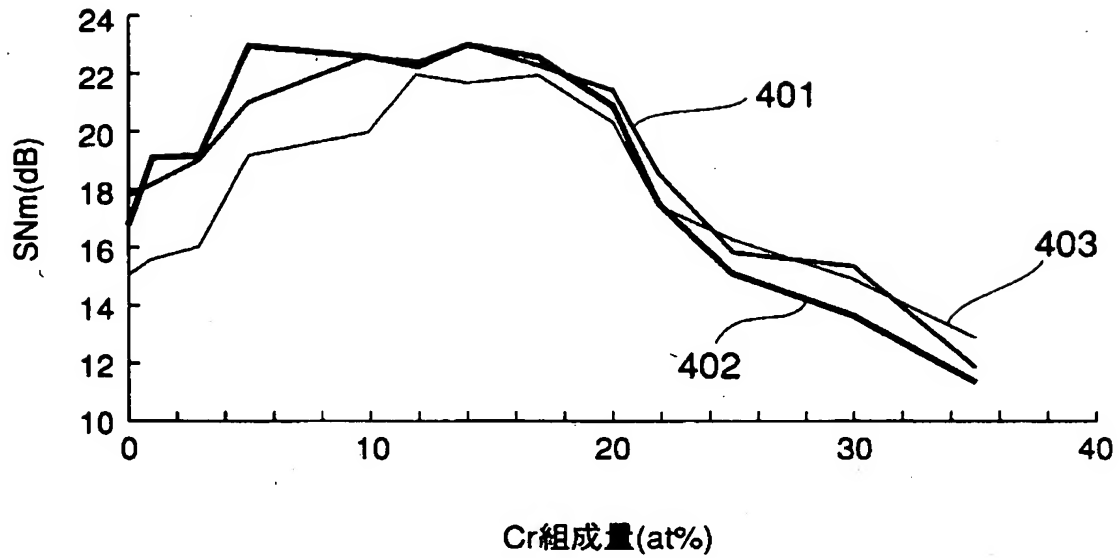
【図 2】



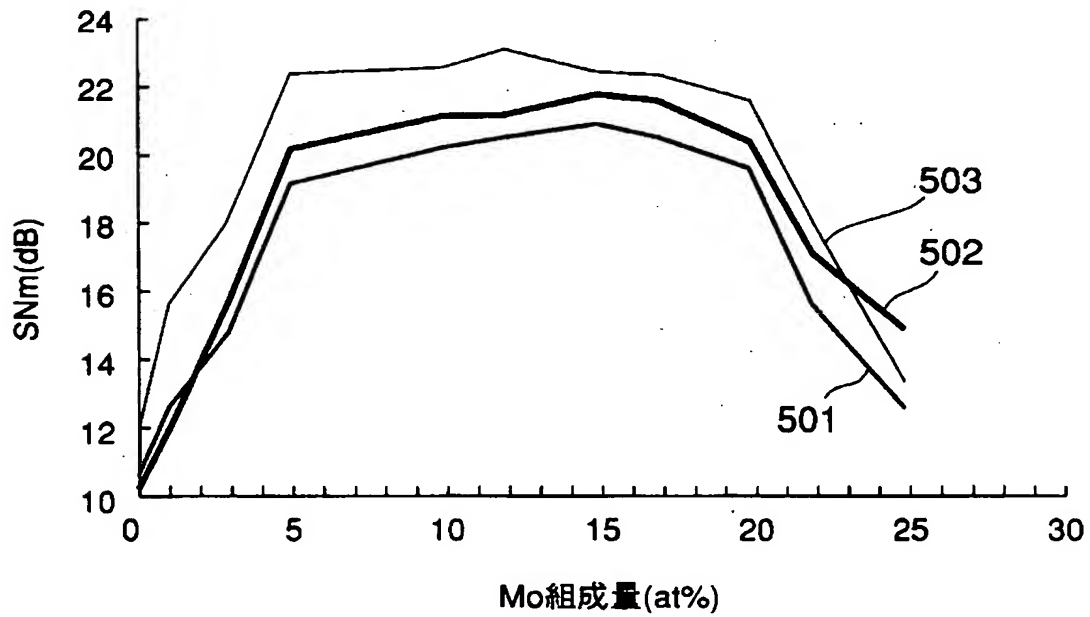
【図 3】



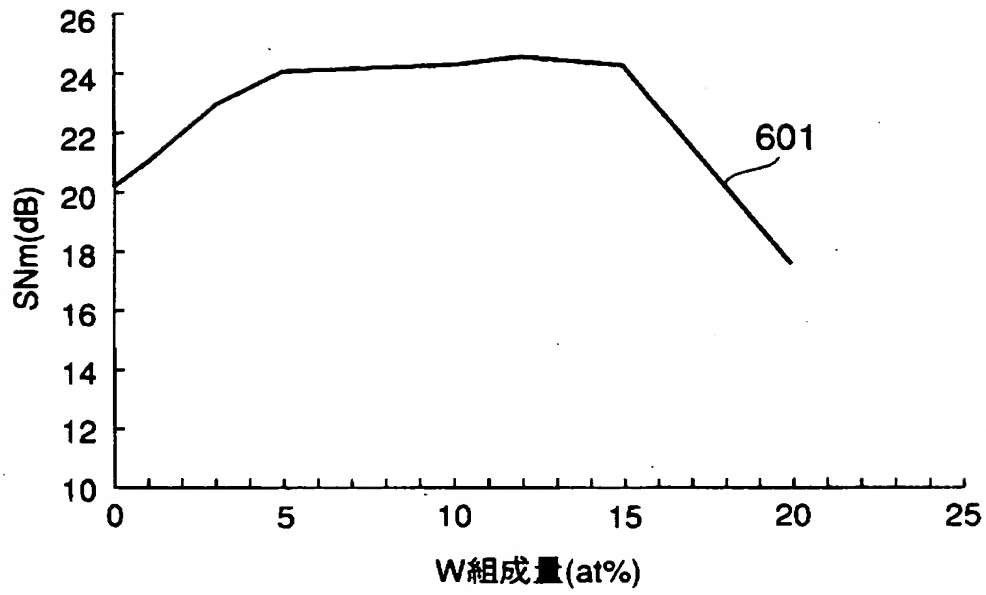
【図 4】



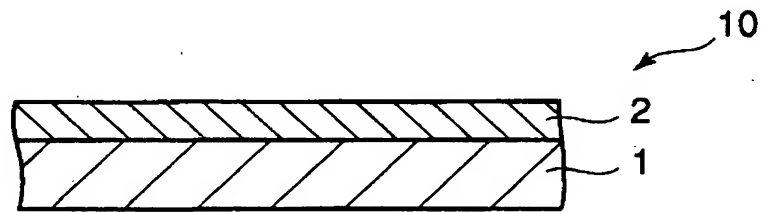
【図 5】



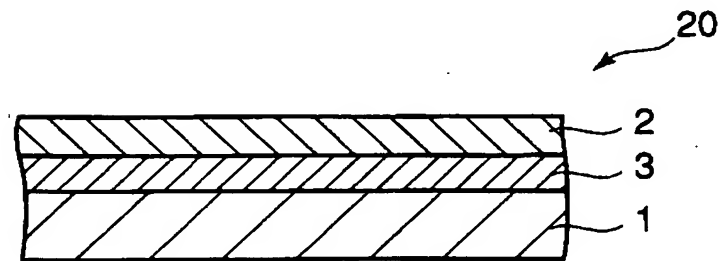
【図 6】



【図 7】

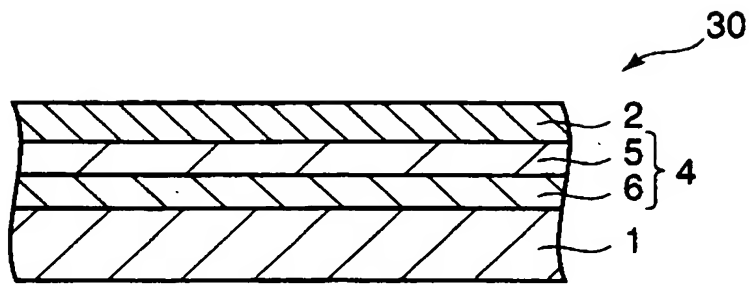


【図 8】

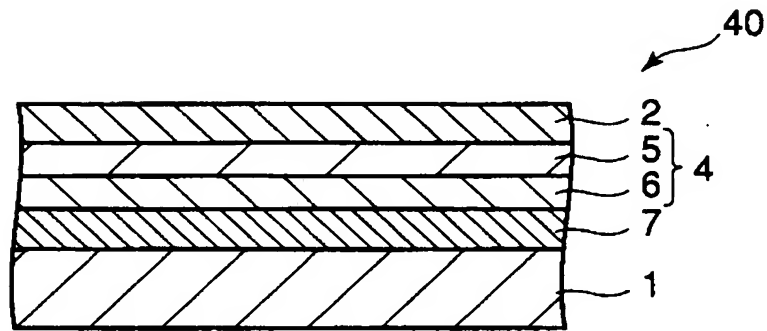




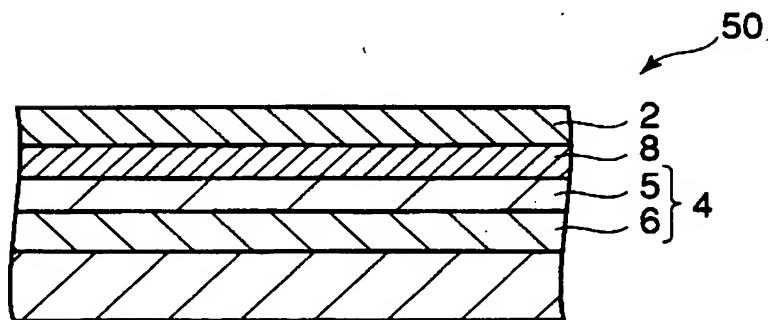
【図 9】



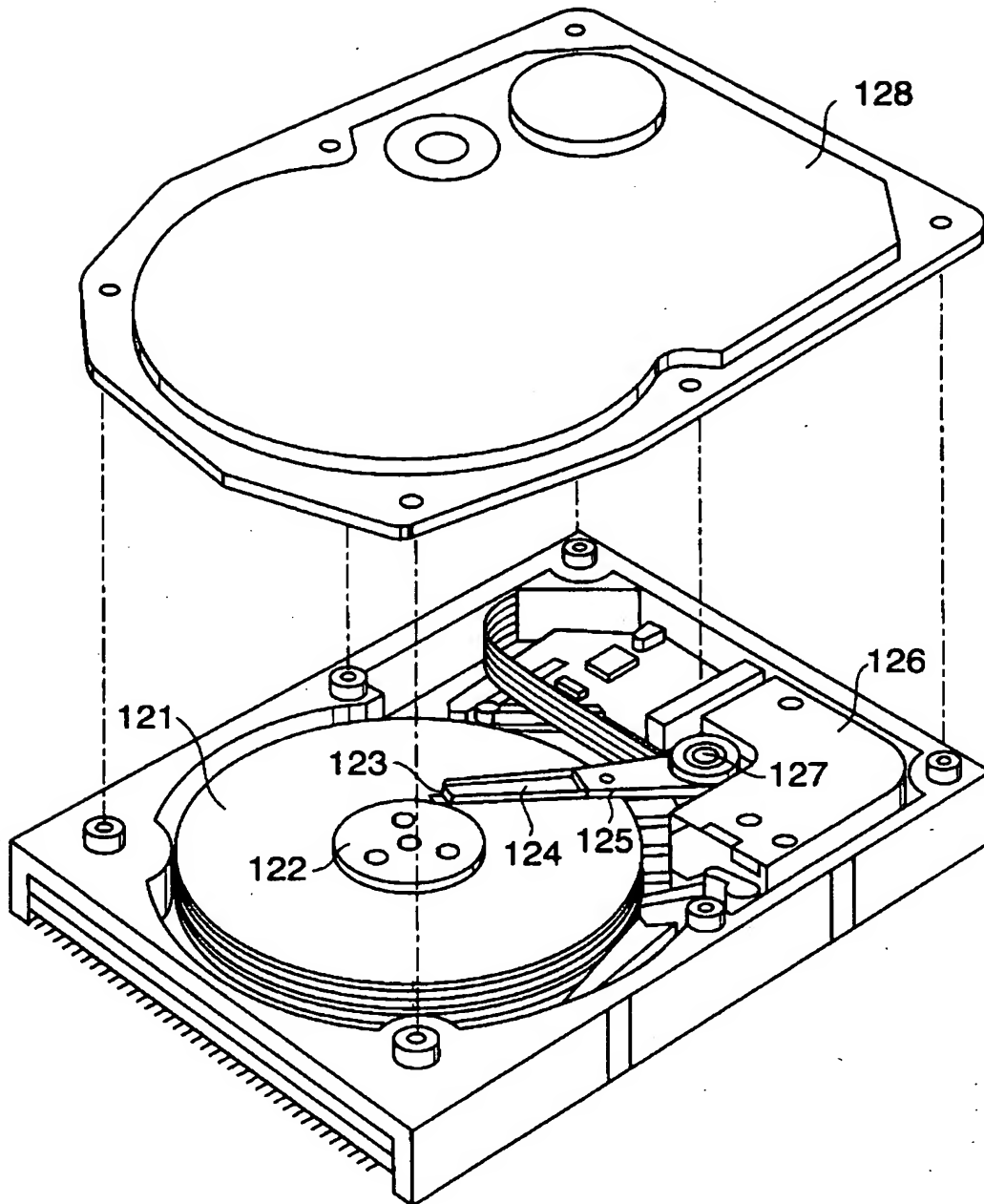
【図 1 0】



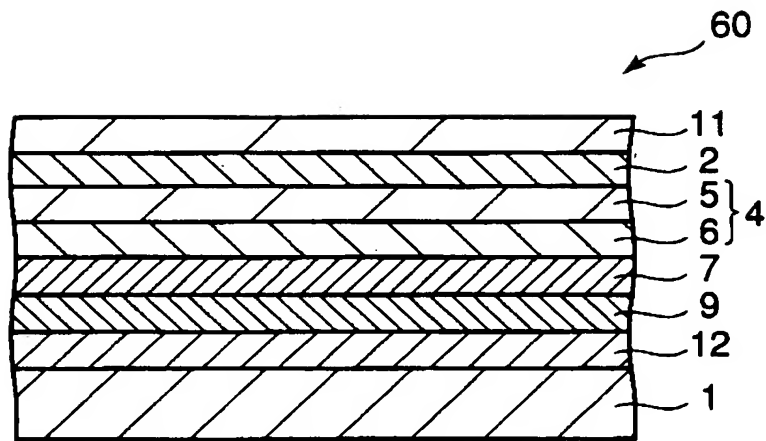
【図 1 1】



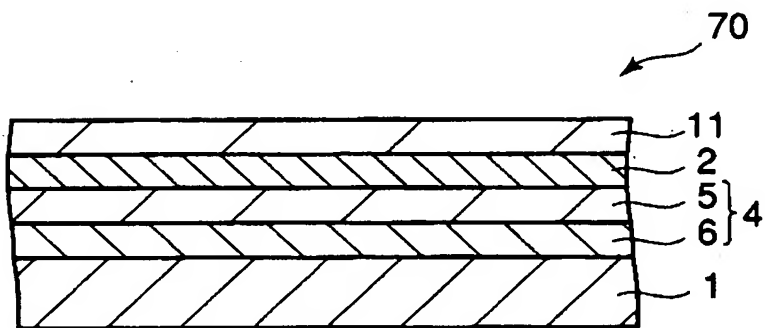
【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】    高い S N R m 及び優れた熱ゆらぎ耐性を有する垂直記録媒体を得る。

【解決手段】    C o と、 P t と、 C r と、 M o 及び W のうち少なくとも 1 つの添加成分とを含有し、 2 8 0 ～ 4 5 0 ℃ の成膜温度で形成され、結晶粒界に隔てられた複数の磁性結晶粒子を含む構造を有し、添加成分とクロムとが結晶粒界中に偏析された垂直磁性層をもつ垂直磁気記録媒体。

【選択図】        図 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002004]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝大門1丁目13番9号
氏 名	昭和電工株式会社